

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-187139

(43)Date of publication of application : 02.07.2002

(51)Int.Cl.

B29C 39/10
 B29C 39/44
 G02B 3/00
 G02B 6/32
 // B29K101:10
 B29L 11:00

(21)Application number : 2000-391126

(71)Applicant : NIPPON HIKYUMEN LENS KK
JITSUNO TAKAHISA

(22)Date of filing : 22.12.2000

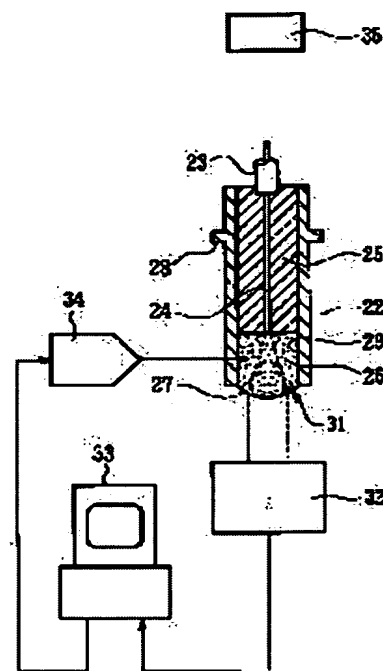
(72)Inventor : TOKUMURA KEIU
JITSUNO TAKAHISA

(54) METHOD AND APPARATUS FOR FORMING LENS SURFACE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To not only enhance an accuracy and a quality of a product to but also simplify a formation of a lens surface at a low cost.

SOLUTION: A method for forming the lens surface comprises the steps of inserting a core 24 led out from an end of an optical fiber 23 into a connector body 22, and filling a resin material 25 in its core site to embed the core 24. The method further comprises the steps of injecting an ultraviolet curable resin material 26 in a space 29 disposed forward of a core leading end of the body 22 by a resin syringe 34 to raise the material 26 in its opening by its own weight and surface tension to form a lens blank surface 31, and measuring a wavefront aberration of a light passing through the lens blank surface 31 by a wave surface measuring instrument 32. The method also comprises the steps of increasing or decreasing an injecting amount of the material 26 by a controller 33 based on the transmitted wave surface obtained as above. Thus, the material 26 for forming the surface 31 becoming an optimum shape is cured by irradiating an ultraviolet ray thereto only by controlling the injecting amount of the material 26 based on the measurement of the aberration.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3569493

Best Available Copy

[Date of registration]

25.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-187139
(P2002-187139A)

(43) 公開日 平成14年7月2日 (2002.7.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B 2 9 C 39/10		B 2 9 C 39/10	2 H 0 3 7
39/44		39/44	4 F 2 0 4
G 0 2 B 3/00		G 0 2 B 3/00	Z
6/32		6/32	
// B 2 9 K 101:10		B 2 9 K 101:10	
審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-391126 (P2000-391126)

(22) 出願日 平成12年12月22日 (2000. 12. 22)

(71) 出願人 591225327

日本非球面レンズ株式会社
大阪府三島郡島本町山崎2丁目1番7号

(71) 出願人 594061724

實野 孝久
大阪府吹田市山田丘2-6 大阪大学レー
ザー核融合研究センター内

(72) 発明者 徳村 啓雨

大阪府三島郡島本町山崎2丁目1番7号
日本非球面レンズ株式会社内

(74) 代理人 100064584

弁理士 江原 省吾 (外3名)

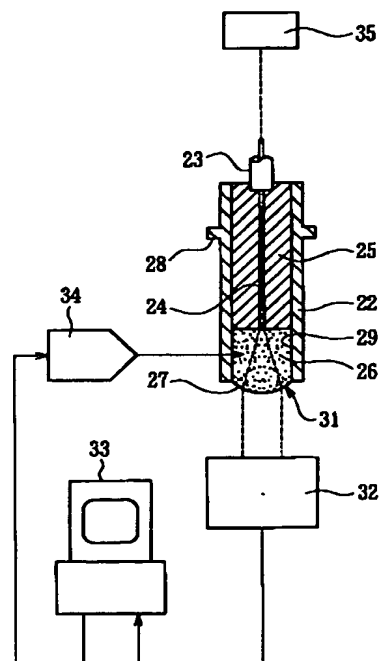
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズ面の形成方法および形成装置

(57) 【要約】

【課題】 製品の高精度化、高品質化を図るだけでなく、レンズ面形成の簡略化およびコスト低減化を図ることにある。

【解決手段】 光ファイバ23の端部から導出されたコア24をコネクタ本体22に挿入しそのコア部位に樹脂材25を充填してコア24を埋設する。そして、コネクタ本体22のコア導出端前方に位置する空間部29に紫外線硬化樹脂材26を樹脂注入器34により注入してその開口部に樹脂材26をその自重および表面張力により盛り上げてレンズ素面31を形成すると共に、レンズ素面31を透過する光の波面収差を波面計測器32により測定する。それにより得られた透過波面に基いて樹脂材26の注入量を制御器33により増減する。この波面収差の計測に基づく樹脂材26の注入量の制御のみで、最適形状となったレンズ素面31を形成する樹脂材26を紫外線照射により硬化させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光又は熱硬化性樹脂材をレンズ部材の空間部に注入してその開口部に前記樹脂材をその自重および表面張力により盛り上げてレンズ素面を形成し、そのレンズ素面を透過する光の波面収差を計測しながら、その計測により得られた透過波面に基いて樹脂材の注入量を制御することにより最適形状となった前記レンズ素面を形成する樹脂材を光又は熱の付与により硬化させることを特徴とするレンズ面の形成方法。

【請求項2】 前記レンズ部材は、光ファイバの端部から導出されたコアを挿入した筒状コネクタ本体であり、そのコア導出端前方に位置する空間部に前記樹脂材を注入することを特徴とする請求項1記載のレンズ面の形成方法。

【請求項3】 光又は熱硬化性樹脂材をレンズ部材の空間部に注入してその開口部に前記樹脂材をその自重および表面張力により盛り上げてレンズ素面を形成する樹脂注入器と、前記レンズ部材の開口部前方に対向配置され、光源から出射されて前記レンズ素面を透過する光の波面収差を測定する波面計測器と、その波面計測器から出力される波面収差により得られたレンズ素面の透過波面に基いて樹脂材の注入量を増減する制御器とを具備したことを特徴とするレンズ面の形成装置。

【請求項4】 前記レンズ部材は、光ファイバの端部から導出されたコアを挿入した筒状コネクタ本体であり、そのコア導出端前方に位置する空間部に前記樹脂材を注入することを特徴とする請求項3記載のレンズ面の形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレンズ面の形成方法に関し、例えば5～10ミクロン程度の細径のコアを持つ光ファイバの端部にレンズ面を形成するレンズ面の形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、Single-Mode型（SM型）のガラス光ファイバが光通信用長距離幹線系に広く利用され、この種の光ファイバを用いた情報ネットワークの構築が目標とされている。ところで、前記SM型光ファイバは、そのコア径が5～10ミクロンと非常に細いものであるため、光ファイバの敷設に際しては、光ファイバを高精度に接続又は分岐する手段が必要である。このような光ファイバを高精度に接続又は分岐するための光ファイバコネクタ1として、例えば、図5に示す構造のものがある。

【0003】同図に示す光ファイバコネクタ1は、金属又は樹脂からなる筒状コネクタ本体2の後端に光ファイバ3の端部を配置し、その端部から導出したコア4をコネクタ本体2に挿入してそのコネクタ本体2のコア部位にエポキシ樹脂等の樹脂材5を充填してコア4を埋設す

る。このコネクタ本体2の前端には、樹脂材5に埋設された光ファイバ3のコア4の前方にある空間部6を介して、所定形状のレンズ面7を有する微小な非球面レンズ8が嵌着され、光ファイバ3のコア先端からの出力光を非球面レンズ8により平行光としている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図5に示す従来の光ファイバコネクタ1は、光ファイバ3の先端からの出力光を平行光とするために、コネクタ本体2の前端に微小な非球面レンズ8を嵌着させた構造を具備している。光ファイバ3のコア径が5～10ミクロンと極小であるため、前記非球面レンズ8には、通常、直径が数ミリ程度のものが使用される。

【0005】このように直径が数ミリ程度の極小径の非球面レンズ8をコネクタ本体2に嵌め込もうとした場合、そのコネクタ本体2に挿着された光ファイバ3と非球面レンズ8との光軸合わせが非常に困難で、光軸ずれによる品質、信頼性および歩留まりの低下や製品のコストアップを招来するという問題があった。

【0006】この問題点を解消するため、本出願人は、例えば、コア径の小さい光ファイバに適用できる高精度な光ファイバコネクタおよびその製造方法を先に提案した（特開平9-15448号公報）。

【0007】この光ファイバコネクタ11は、図6に示すように金属又は樹脂からなる筒状コネクタ本体12の後端に光ファイバ13の端部を配置し、その端部から導出したコア14をコネクタ本体12に挿入してそのコネクタ本体12のコア部位にエポキシ樹脂等の樹脂材15を充填してコア14を埋設し、コネクタ本体12の前端でコアの前方部位に充填された紫外線硬化樹脂材16でレンズ面17を一体に形成した構造を有する。

【0008】また、その製造方法は、図7（a）に示すように細径のコア14を有する光ファイバ13の端部から導出したコア14をコネクタ本体12に挿入し、そのコア導出端の前方部位に紫外線硬化樹脂材16を注入・充填した後、レンズ転写面19を形成した転写体20を紫外線硬化樹脂材16の前面に押し当てた状態で、同図（b）に示すように転写体20を透過させた紫外線UVの照射により紫外線硬化樹脂材16を硬化させ、前記レンズ転写面19により紫外線硬化樹脂材16の前面にレンズ面17を転写するようにしている。

【0009】このようにレンズ面17を紫外線硬化樹脂材16によりコネクタ本体12と一体的に形成するので、レンズ面17の転写及びコネクタ本体12との一体化ができてレンズ面17の形成の簡略化および高精度化、製品の高品質化およびコスト低減化を図ることができる。

【0010】しかしながら、前述した製造方法では、コネクタ本体12の端部に注入・充填された紫外線硬化樹脂材16の前面にレンズ面17を形成するため、レンズ

転写面 19 を形成した転写体 20 のような専用治具が必要である。また、その転写体 20 を紫外線硬化樹脂材 16 の前面に押し当てる作業も必要であり、そのような作業工程が複雑なものになるという点で改善が望まれていた。

【0011】そこで、本発明は前記改善点に鑑みて提案されたもので、その目的とするところは、製品の高精度化、高品質化を図るだけでなく、レンズ面形成の簡略化およびコスト低減化を図ることにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための技術的手段として、本発明に係るレンズ面の形成方法は、光又は熱硬化性樹脂材をレンズ部材の空間部に注入してその開口部に前記樹脂材をその自重および表面張力により盛り上げてレンズ素面を形成し、そのレンズ素面を透過する光の波面収差を計測しながら、その計測により得られた透過波面に基いて樹脂材の注入量を制御することにより最適形状となった前記レンズ素面を形成する樹脂材を光又は熱の付与により硬化させることを特徴とする。

【0013】また、本発明に係るレンズ面の形成装置は、光又は熱硬化性樹脂材をレンズ部材の空間部に注入してその開口部に前記樹脂材をその自重および表面張力により盛り上げてレンズ素面を形成する樹脂注入器と、前記レンズ部材の開口部前方に対向配置され、光源から出射されて前記レンズ素面を透過する光の波面収差を測定する波面計測器と、その波面計測器から出力される波面収差により得られたレンズ素面の透過波面に基いて樹脂材の注入量を増減する制御器とを具備したことを特徴とする。

【0014】本発明では、樹脂注入器により、光又は熱硬化性樹脂材をレンズ部材の空間部に注入してその開口部に前記樹脂材をその自重および表面張力により盛り上げてレンズ素面を形成する。このレンズ素面の形成では、レンズ部材の空間部をその開口部が上方又は下方に向くように配置すればよい。このレンズ素面の形成と共にレンズ素面を透過する光の波面収差を波面計測器により測定する。この波面収差の測定により得られたレンズ面の透過波面に基いて樹脂材の注入量を制御器により増減する。

【0015】このように、波面収差の計測に基づく樹脂材の注入量の制御のみで、最適形状となった前記レンズ素面を形成する樹脂材を光又は熱の付与により硬化させることにより、最適なレンズ面が簡便に形成でき、製品のコスト低減が実現容易となる。なお、本発明は、光ファイバコネクタの製造に好適であり、その場合、前記レンズ部材は、光ファイバの端部から導出されたコアを挿入した筒状コネクタ本体となり、そのコア導出端前方に位置する空間部に前記樹脂材を注入することになる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を以下に詳述する。なお、この実施形態は、光ファイバコネクタの製造に適用し、光ファイバの端部に装着された光ファイバコネクタの前端にレンズ面を形成する場合について説明する。

【0017】この実施形態で製作される光ファイバコネクタ 21 は、図 2 に示すような構造を有する。つまり、金属又は樹脂からなる筒状コネクタ本体 22 の後端に光ファイバ 23 の端部を配置し、その端部から導出されたコア 24 をコネクタ本体 22 に挿入してそのコネクタ本体 22 のコア部位にエポキシ樹脂等の樹脂材 25 を充填してコア 24 を埋設する。前記コネクタ本体 22 の前端には、光ファイバ 23 のコア先端面と接合するようにして充填された紫外線硬化樹脂材 26 の前面にレンズ面 27 を形成し、光ファイバ 23 のコア先端からの出力光を図示破線矢印で示すようにレンズ面 27 により平行光としている。尚、図中、28 はコネクタ本体 22 の外周に一体的に形成された位置決め用フランジである。

【0018】この光ファイバコネクタ 21 における紫外線硬化樹脂材 26 のレンズ面 27 は、図 1 に示す形成装置によって以下の要領でもって製作される。

【0019】この形成装置は、コネクタ本体 22 をクランプした状態で、例えば鉛直方向に沿って配置する位置決め治具（図示せず）と、前記コネクタ本体 22 の下方に配置された波面計測器 32 と、その波面計測器 32 の出力信号に基づいて制御信号を出力するパーソナルコンピュータ等の制御器 33 と、その制御器 33 の出力信号によりコネクタ本体 22 に紫外線硬化樹脂材 26 を注入する樹脂注入器 34 とで主要部が構成されている。

【0020】前記コネクタ本体 22 は、その後端に光ファイバ 23 の端部が配置され、その端部から導出されたコア 24 を挿入し、そのコア部位にエポキシ樹脂等の樹脂材 25 を充填してコア 24 を埋設した状態にあり、その開口部を下方に向けた状態で前記位置決め治具により鉛直（上下）方向に沿って固定配置されている。また、樹脂注入器 34 としては、マイクロディスペンサ等の専用治具が使用可能である。その樹脂注入器 34 によりコネクタ本体 22 へ注入される紫外線硬化樹脂材 26 は、紫外線の照射により硬化する性質を有すると共に、流動性がある狭小な空間へ注入することができる素材であることを必要とする。なお、樹脂材としては、紫外線硬化樹脂材以外に、他の光硬化性樹脂材や熱硬化性樹脂材も適用可能である。

【0021】レンズ素面 31 の形成前においては、前記コネクタ本体 22 の下端、つまり、コア導出端の下方に位置する空間部 29（図 1 の紫外線硬化樹脂材 26 が注入される前の状態）に、紫外線硬化樹脂材 26 を樹脂注入器 34 により注入してその開口部に前記樹脂材 26 をその自重および表面張力により盛り上げてレンズ素面 31 を形成する。

【0022】この樹脂材26の注入は、コネクタ本体22の開口径が小さく空間部29が狭隘なものであるため、樹脂材26が空間部29から流出することなく、前記樹脂材26をその自重および表面張力により盛り上げてレンズ素面31を形成することが可能であり、樹脂材26の注入量または表面張力などの諸条件を適宜設定すればよい。例えば、注入量または表面張力の大きい樹脂材26を使用すれば、曲率が大きい凸曲面形状となり、逆に、注入量または表面張力の小さい樹脂材26を使用すれば、曲率が小さい凸曲面形状となる。

【0023】コネクタ本体22の前端にレンズ素面31を形成した上で、光源35により光ファイバ23を介して樹脂材26に光を導入し、レンズ素面31を透過する光の波面収差を波面計測器32により測定する。その波面計測器32に接続された制御器33では、波面計測器32からの出力信号、つまり、波面収差の測定により得られたレンズ素面31の透過波面に基づいて樹脂材26の注入量を制御する。

【0024】この樹脂材26の注入量の制御により、樹脂材26の自重および表面張力でもってレンズ素面31が所望の曲率面となった時点で、そのレンズ素面31を形成する樹脂材26に紫外線を照射することによりその樹脂材26を硬化させ、最適形状のレンズ面27を形成する。これにより、最適なレンズ面27が簡単に形成でき、製品のコスト低減が実現容易となる。

【0025】なお、紫外線の照射により樹脂材26が硬化する際には、樹脂材26の重合収縮が発生するため、その重合収縮後のレンズ面27が最適な形状となるように波面収差をシミュレーションにより予め認知しておく必要がある。また、光ファイバ23の前端から出射された光が樹脂材26中を拡散する状態は、その樹脂材26の軸方向深さ寸法により設定可能となっている。さらに、コネクタ本体22の開口部の口径や樹脂材26の材質によっては、制御器33で樹脂材26の注入量を制御するだけでなく、樹脂材26の粘度についても最適なものを選定する必要がある。

【0026】波面計測器32としては、例えば、シャックハルトマン波面計測器を利用することが可能である。このシャックハルトマン波面計測器は、原理的に、多数のマイクロレンズを配置したレンズアレイと、そのレンズアレイの各マイクロレンズによる測定光のそれぞれの結像位置を記録するカメラ等で構成される。マイクロレンズは、測定光線の形状にあわせて空間分解能の高いものやダイナミックレンジの広いものを選定すればよい。このシャックハルトマン波面計測器内のレンズアレイでは、それぞれのマイクロレンズの焦点位置に点像を結び、その出力光（測定光）の結像位置をカメラにより記録する。

【0027】ここで、シャックハルトマン波面計測器では、必要とするレンズ面の基準データに基づいてマイク

ロレンズによる結像位置が予め設定されているので、その基準データによる結像位置と測定光の結像位置との差、つまり、結像位置のずれ（ずれ量とずれ方向）は、波面の傾きに対応していることから波面を測定することができる。

【0028】また、光ファイバ23とレンズ素面31と間で光軸ずれがある場合、例えば図3(a)に示すように理想的なレンズ素面31の光軸N（コネクタ本体の軸心）に対して、光ファイバ23の光軸がずれていると、その光ファイバ23を透過して樹脂材26を介してレンズ素面31から出射される平行光Mが理想的なレンズ素面31の光軸Nと角度をなして交差する。その結果、波面計測器32に斜め方向から入射することになる。

【0029】そこで、このように理想的なレンズ素面31の光軸Nに対して光ファイバ23の光軸がずれている場合には、同図(b)に示すようにコネクタ本体22および波面計測器32を光軸Nに対して直交するXY方向に姿勢制御することにより、レンズ素面31を形成する樹脂材26をその自重により流動させてその形状を調整することができる。このようにすれば、形状が調整されたレンズ素面31から出射される平行光Mが理想的なレンズ素面31の光軸Nと平行となる。レンズ素面31から出射される平行光Mが理想的なレンズ素面31の光軸Nと平行であれば、波面計測器32に正規の方向から入射することになり、その結果、レンズ素面31の透過波面の測定に際して、レンズ素面31の形状を調整して光軸ずれを補正することができる。

【0030】なお、この実施形態では、コネクタ本体22が微小な寸法形状のものであり、かつ、樹脂材26の表面張力があるため、コネクタ本体22の前端、つまり開口部を下向きにした状態で、樹脂材26をコネクタ本体22の前端内の空間部29に注入していたが、コネクタ本体22の前端にある開口部を上向きにした状態であっても、樹脂材26の注入が可能である。この場合、コネクタ本体22の前端を下向きにした場合は、樹脂材26のレンズ素面31が、コネクタ本体22の前端にある開口部を上向きにした場合よりも、その自重により曲率が大きい凸面形状となる。したがって、曲率が大きい凸面形状のレンズ素面31を形成する場合には、コネクタ本体22の前端にある開口部を下向きにした状態で樹脂材26を注入する手法が好適である。

【0031】なお、以上の実施形態では、光ファイバコネクタ21の製造において、コネクタ本体22の前端にレンズ面を形成する場合について説明したが、本発明はこれに限定されることなく、光ファイバコネクタ以外の光学素子として、レンズ面を形成することも可能であり、光学レンズのみを製造する場合には、図4に示すようにリング状部材36の内部に樹脂材26を注入することにより、リング状部材36の下方開口部にレンズ素面31を自重および表面張力でもって形成し、図1に示す

実施形態の場合と同様、透過光による波面収差を波面計測器32により測定しながら、前記レンズ素面31を最適な形状に制御することが可能である。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、光又は熱硬化性樹脂材をレンズ部材の空間部に注入してその開口部に前記樹脂材をその自重および表面張力により盛り上げてレンズ素面を形成し、そのレンズ素面を透過する光の波面収差を計測しながら、その計測により得られた透過波面に基づいて樹脂材の注入量および粘度を制御することにより最適な形状となった前記レンズ素面を形成する樹脂材を光又は熱の付与により硬化させることにより、最適なレンズ面が簡便に形成でき、製品のコスト低減が実現容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を説明するためのもので、光ファイバコネクタの製造に適用したレンズ面の形成装置を示す概略構成図である。

【図2】本発明の形成方法により製作された光ファイバコネクタを示す断面図である。

【図3】本発明方法によりレンズ面を形成するに際して、光ファイバとレンズ面との光軸ずれを補正する手段を示し、(a)は光ファイバと理想的なレンズ面との間に光軸ずれがある状態を示し、(b)はその光軸ずれを*

*補正した状態を示す概略構成図である。

【図4】本発明の他の実施形態を説明するためのもので、光学レンズの製造に適用したレンズ面の形成装置を示す概略構成図である。

【図5】光ファイバコネクタの従来例を示す断面図である。

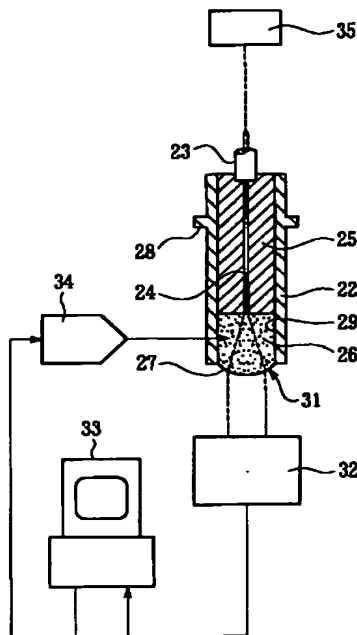
【図6】本出願人が先に提案した光ファイバコネクタを示す断面図である。

【図7】本出願人が先に提案した光ファイバコネクタの製造方法を説明するためのもので、(a)はコネクタ本体に紫外線硬化樹脂材を充填した状態を示す断面図、(b)は転写体により紫外線硬化樹脂材の前面にレンズ面を転写する状態を示す断面図である。

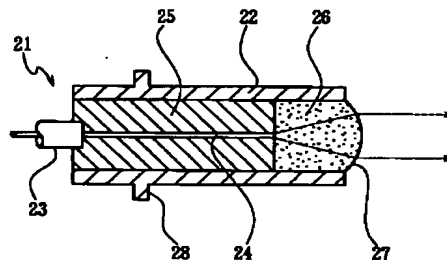
【符号の説明】

- 22 レンズ部材（筒状コネクタ本体）
- 23 光ファイバ
- 24 コア
- 26 光又は熱硬化性樹脂材（紫外線硬化樹脂材）
- 27 レンズ面
- 29 空間部
- 31 レンズ素面
- 32 波面計測器
- 33 制御器
- 34 樹脂注入器

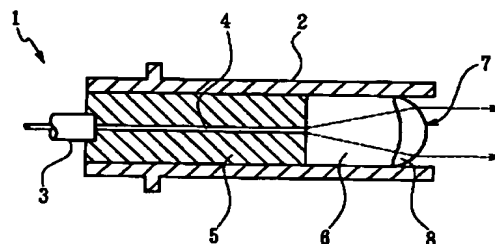
【図1】



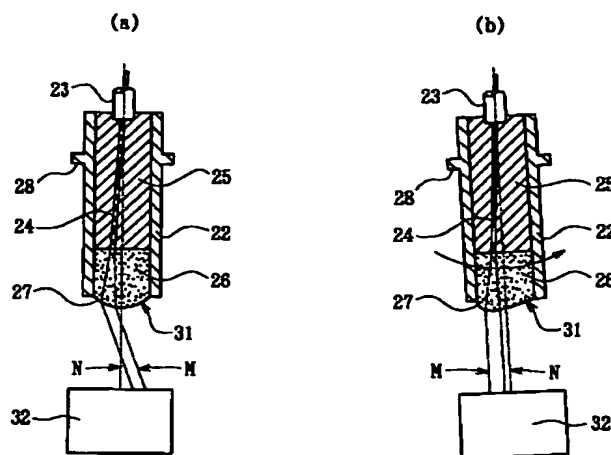
【図2】



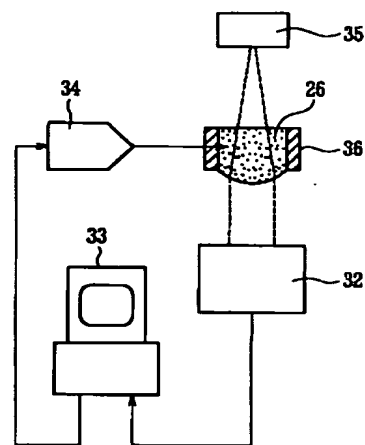
【図5】



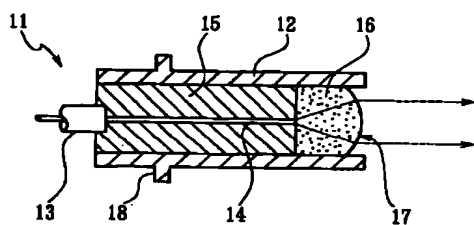
【図3】



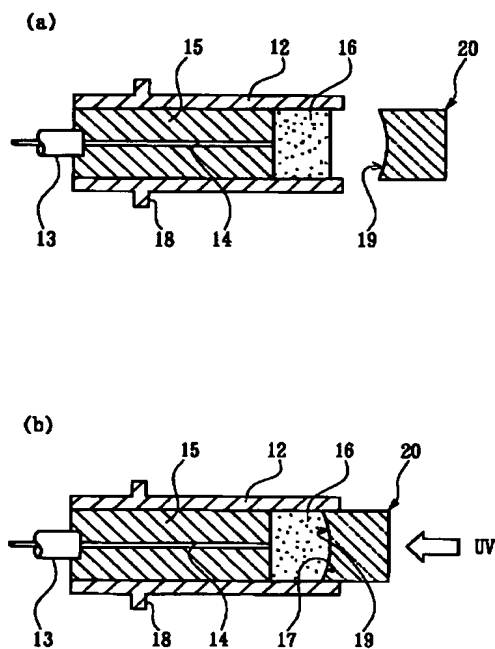
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
B 2 9 L 11:00

識別記号

F I
B 2 9 L 11:00

テーマコード (参考)

(72)発明者 實野 孝久
大阪府吹田市山田丘2-6 大阪大学レー
ザー核融合研究センター内

(7)

特開2002-187139

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA03 BA12 BA32 CA12
CA20
4F204 AA36 AA44 AG03 AH74 AP11
AQ02 AR14 EA03 EB01 EF01
EF05 EF27 EK26